

IX REUNIÓN NACIONAL DE ÓPTICA OURENSE, 14-17 SEPTIEMBRE 2009



DIFERENCIAS DE COLOR EN MEDIDAS DE MATERIALES RETROREFLECTANTES FLUORESCENTES

M^a Teresa Martínez¹, Francisca Castillo², Alicia Pons,^{1*} y
Joaquín Campos¹

¹*Departamento de Metrología. Instituto de Física Aplicada-CSIC. Serrano 144, 28006 Madrid*

²*Laboratorio Central de Estructuras y Materiales. Centro de Estudios y Experimentación de Obras
Públicas. CEDEX. Ministerio de Fomento. Alfonso XII, 3 y 5. 28014 Madrid*

<http://www.ifa.csic.es>

1. Introducción

Teóricamente, un material retrorreflectante perfecto es aquél, que prescindiendo de la pequeña proporción de luz absorbida, refleja la mayor parte de la luz en la misma dirección que la luz incidente, pero en sentido opuesto, manteniéndose esta propiedad para variaciones importantes en la dirección de los rayos incidentes [1]. Desde un punto de vista óptico, los componentes principales de los materiales retrorreflectantes son las microesferas de vidrio y los microprismas [2], los cuales son los responsables de que en estos materiales tenga lugar el fenómeno de la retrorreflexión. Este comportamiento permite aumentar la visibilidad de las señales y por ello son masivamente empleados en el equipamiento vial, fundamentalmente en la señalización vertical y balizamiento.

En la señalización vertical tiene una gran importancia el color, ya que ésta tiene que ser perfectamente visible y para ello, se han de emplear colores adecuados que faciliten la percepción del mensaje, que por otra parte deben ser perfectamente identificables, tanto en condiciones de luz diurna como luz nocturna. Los materiales retrorreflectantes presentan diferentes distribuciones espectrales de la luz reflejada con la iluminación de día y la de noche, fundamentalmente debido a la direccionalidad de la luz incidente. Esto conlleva dificultades añadidas en la medida del color de este tipo de materiales [3], que se ven asimismo agravadas en aquellos materiales retrorreflectantes que presentan fluorescencia. Es habitual [4] encontrar diferencias en las coordenadas de color, "x e y", medidas por distintos laboratorios del orden de $\pm 0,010$; diferencias que superan el estado del arte actual en la medida del color de materiales que no son retrorreflectantes [5].

Como contribución al estudio de este tipo de materiales e intentar apuntar algunas causas de estas diferencias, se han realizado medidas del color (coordenadas de cromaticidad x,y) de muestras retrorreflectantes en dos laboratorios diferentes (CSIC y CEDEX). Como es costumbre en este tipo de comparaciones, los resultados presentados no permiten identificar a los laboratorios que los han obtenido. Asimismo la notación empleada para las muestras no identifica al fabricante de las mismas.

2. Descripción de la comparación

Las muestras objeto de esta comparación son materiales retrorreflectantes empleados en el equipamiento vial, constituidos por microprismas de vidrio. Se han medido un total de 22 muestras de diferentes fabricantes en diversos tonos: blanco, rojo, azul, verde, naranja y amarillo. Algunas de las muestras son visiblemente fluorescentes; otras sin embargo no lo aparentan a simple vista, aunque de acuerdo con los resultados obtenidos, todas ellas presentan fluorescencia.

La geometría de medición, en condiciones de luz diurna, ha sido, siguiendo recomendaciones internacionales para la medida del color de materiales retrorreflectantes, la 0/45 excluyéndose de este modo la componente especular de la luz reflejada y retrorreflejada.

* e-mail: apons@ifa.cetef.csic.es

Las medidas se han realizado con dos tipos de instrumentos: un espectrocolorímetro HUNTERLAB LabScan XE, que proporciona la medida del factor de radiancia total y las coordenadas de color (x,y), y una instalación diseñada a propósito para estas medidas, que permite realizar las medidas siguiendo el método conocido como método de dos monocromadores o método de la matriz. Ambos métodos son los únicos que proporcionan resultados válidos en la medida del color de muestras que presentan fluorescencia [6].

En el caso del instrumento comercial la muestra es irradiada con luz blanca sin dispersar y la radiación reflejada y emitida por fluorescencia es detectada monocromáticamente. La fuente utilizada simula el iluminante D65, recomendado por la CIE en la medida del color de materiales retrorreflectantes en condiciones diurnas. En el método de los dos monocromadores, la muestra es irradiada con luz monocromática y la emisión (reflectancia y fluorescencia) es detectada asimismo monocromáticamente. La diferencia de instrumentos utilizados no invalida la comparación, siempre que se respeten las condiciones geométricas de la medida, como ha ocurrido en este caso.

3. Resultados y Conclusiones

La comparación de resultados de los instrumentos se hace en base a las coordenadas de color (x,y) obtenidas para el iluminante D65 y el observador 2°. En el caso del espectrocolorímetro, las coordenadas se obtienen directamente del instrumento, mientras que en el caso de la instalación ad hoc se calculan a partir de la matriz que incluye separadamente las contribuciones de la reflectancia y la fluorescencia [7]. A partir de estos valores se han calculado las correspondientes diferencias para cada una de las coordenadas cromáticas. En las figuras 1 y 2 se representan las diferencias obtenidas para cada una de las muestras en las coordenadas “x e y” respectivamente.

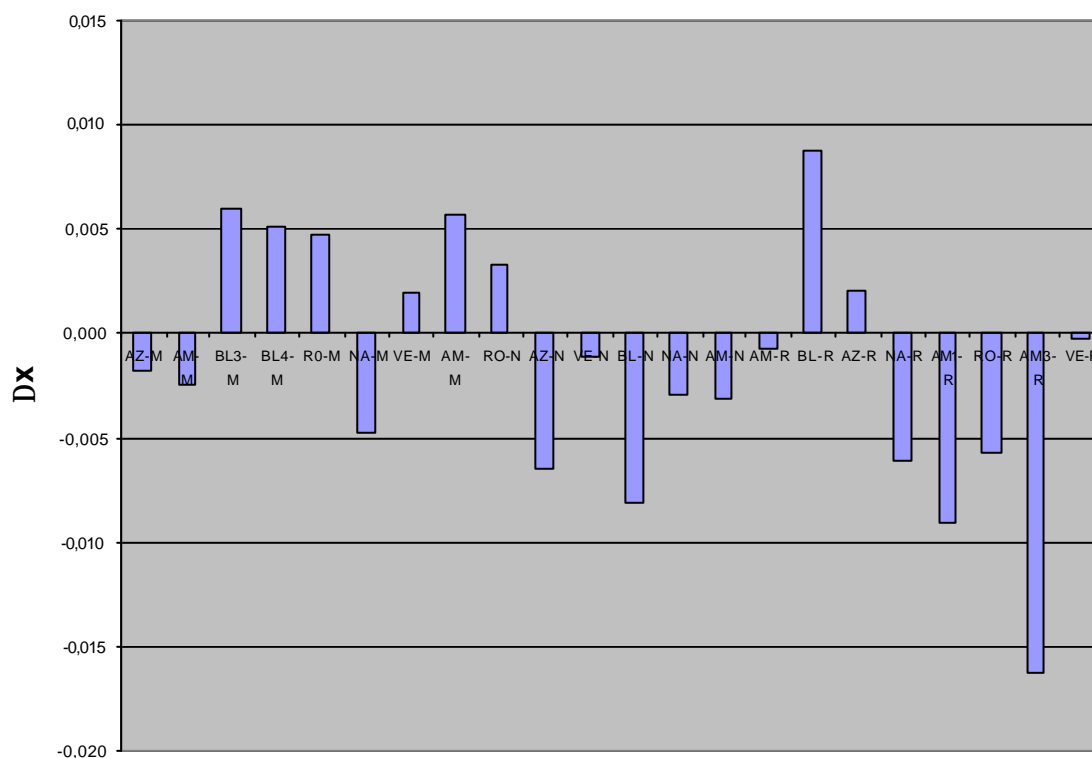


Figura nº 1.- Diferencias obtenidas en la coordenada x.

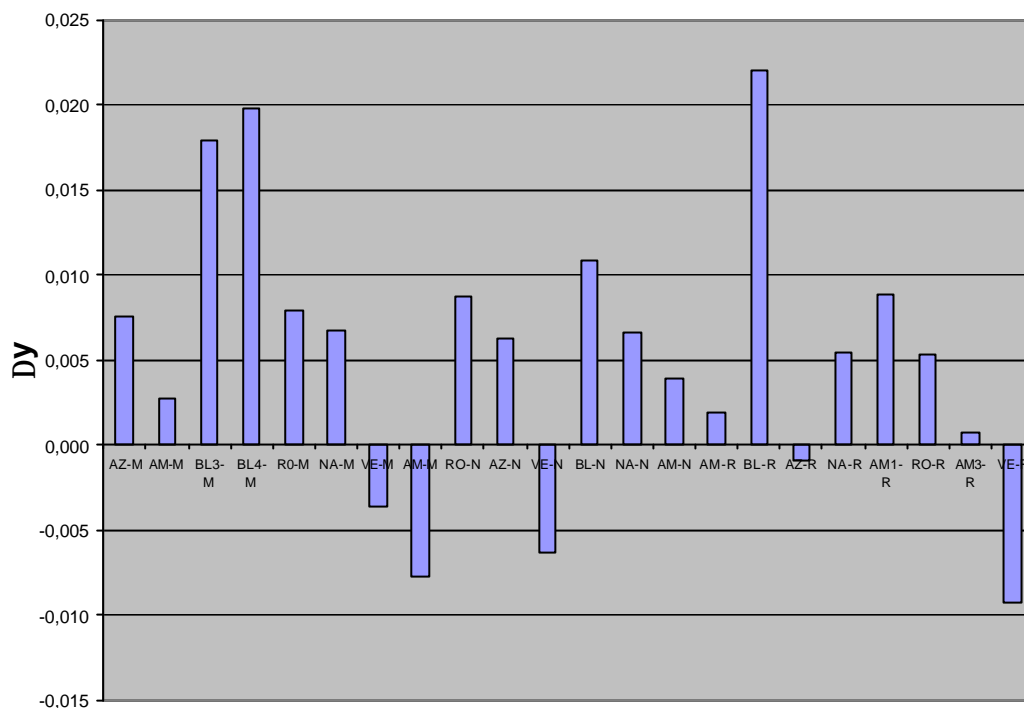


Figura nº 2.- Diferencias obtenidas en la coordenada y

Las diferencias encontradas son, en general, menores para la coordenada x que para la coordenada y , y a excepción de las muestras que presentan un color blanco, las diferencias encontradas para ambas coordenadas son menores que 0,010. Ambos resultados concuerdan con los encontrados en otras comparaciones realizadas con este tipo de muestras [4]. Las mayores diferencias encontradas en las muestras de color blanco merecen ser investigadas en mayor profundidad, aunque se puede apuntar como posibles causas la imperfecta simulación del iluminante patrón D65 por parte de la fuente utilizada en el espectrocolorímetro y/o la no completa exclusión de la luz retrorreflejada. Diversos autores han puesto de manifiesto que los materiales retrorreflectantes realizados con microprismas, como las muestras que han sido objeto de esta comparación, muestran brillos o reflejos adicionales que pueden no ser totalmente excluidos en la geometría 0/45, lo que provoca variaciones adicionales en los resultados obtenidos [4].

Bibliografía

- [1] Vocabulario electrotécnico. Iluminación. UNE 21-302-95 parte 845 (1995).
- [2] Castillo, F. IV Congreso Nacional de la Ingeniería Civil. Madrid (2003).
- [3] Castillo, F.; Cruz, A. y Blanco, M. 2º Congreso Nacional de Color. Valencia (1991).
- [4] Retroreflection: definition and measurement. Pub CIE 54.2 (2001).
- [5] P.J. Clarke, A. R Hanson and J.F. Verrill, "Determination of colorimetric uncertainties in the spectrophotometric measurement of color", *Analytica Chimica Acta* **380**, 277-284 (1999).
- [6] Optical radiation measurements. Volume 2: color measurements. Ed. Franc Grum and C. James Bartleson. Academic Press New York (1980)

[7] A. Pons y A. Corróns. “La colorimetría y los materiales fluorescentes”, *Opt. Pura y Aplicada* **10**, 1-6 (1977).